

# VEHICLE BEHAVIOR CONTROL DEVICE

Publication number: JP2001171500

Publication date: 2001-06-26

Inventor: YASUDA SOTA

Applicant: NISSAN MOTOR

Classification:

- international: B60K17/348; B60T8/172; B60T8/1755; B60T8/1763;  
B60T8/24; B60T8/58; B60K17/348; B60T8/17;  
B60T8/24; B60T8/58; (IPC1-7): B60T8/24; B60K17/348;  
B60T8/58

- European:

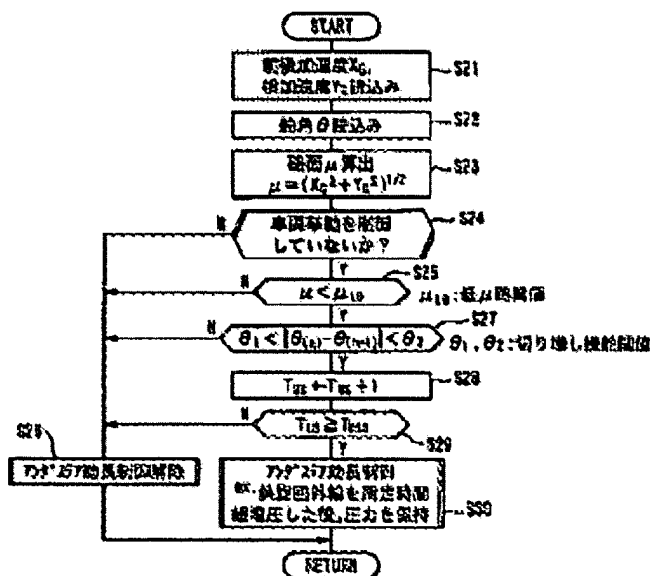
Application number: JP19990357114 19991216

Priority number(s): JP19990357114 19991216

Report a data error here

## Abstract of JP2001171500

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To restrain and avoid reverse steering when traveling a curve of a pressed snow road wherein a turning radius is gradually reduced in a vehicle mounted with studless tires. **SOLUTION:** When a road surface  $\mu$  is low and a condition of increasing the turn of a steering wheel at small turn increase angles continues, the vehicle is presumed to be traveling the curve of the pressed snow road wherein the turning radius is gradually reduced, so that the vehicle is controlled in a direction of intentionally accelerating under-steer, and under-steer restraining control based on normal yaw rate follow-up control is started early to accelerate the yawing moment of the vehicle and to suppress the side slip angle of a front wheel to a small degree, thus avoiding reverse steering.



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-171500

(P 2 0 0 1 - 1 7 1 5 0 0 A)

(43) 公開日 平成13年6月26日(2001.6.26)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
B60T 8/24		B60T 8/24	3D043
B60K 17/348		B60K 17/348	3D045
B60T 8/58		B60T 8/58	Z 3D046

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全12頁)

(21) 出願番号 特願平11-357114

(22) 出願日 平成11年12月16日(1999.12.16)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 安田 荘太

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(74) 代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

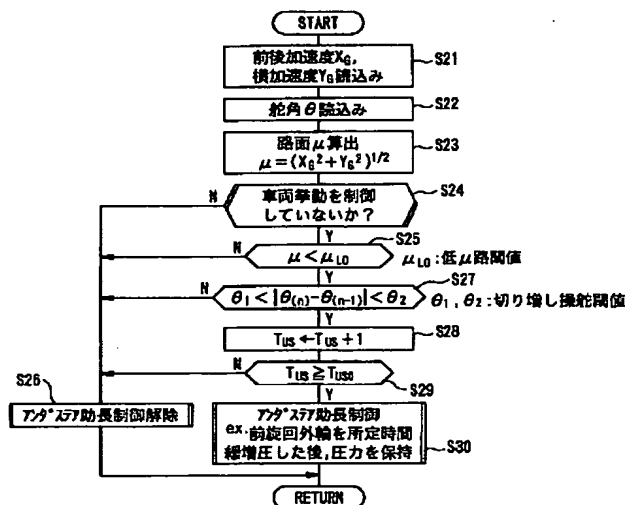
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両挙動制御装置

(57) 【要約】

【課題】 スタッドレスタイヤを装着した車両で旋回半径が次第に小さくなる圧雪路のカーブを走行するときのリバーステアを抑制回避する。

【解決手段】 路面 $\mu$ が低く、小さな切り増し角でステアリングホイールを切り増す状況が続くときには、旋回半径が次第に小さくなる圧雪路のカーブを走行しているとして、意図的にアンダステアが助長される方向に車両を制御し、通常のヨーレート追従制御によるアンダステア抑制制御を早期に開始させることで、車両のヨーモーメントを助長し、前輪の横滑り角を小さく抑えてリバーステアを回避する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも操舵輪の舵角を含む車両の物理量を検出する物理量検出手段と、車両に発生するヨーレートを検出するヨーレート検出手段と、少なくとも前記物理量検出手段で検出される舵角を用いて目標ヨーレートを設定し、少なくともこの目標ヨーレートと前記ヨーレート検出手段で検出されるヨーレートとの偏差に応じて車両の横方向への挙動を制御する制御手段とを備えた車両挙動制御装置において、ステアリングホイールを少しずつ切り増し且つアンダステア傾向が強まらない状況で、アンダステア傾向を助長する制御を行うアンダステア助長制御手段を備えたことを特徴とする車両挙動制御装置。

【請求項2】 前記アンダステア助長制御手段は、路面の摩擦係数状態が低いときに、アンダステア傾向が強まらない状況であると判断する低路面摩擦係数状態検出手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の車両挙動制御装置。

【請求項3】 前記制御手段は、前記目標ヨーレートと検出されるヨーレートとの偏差が予め設定された閾値以上であるときに前記車両の横方向への挙動制御を開始するものであることを特徴とする請求項1又は2に記載の車両挙動制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくとも舵角を含む物理量を検出し、それらから得られる目標ヨーレートと、検出される実際のヨーレートとの偏差に基づいて、車両の横方向Hの挙動を制御する車両挙動制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】この種の車両挙動制御装置としては、特開平2-70561号公報、特開平10-67242号公報や特開平11-48925号公報に記載されるように、量の物理量として舵角や車速を検出し、それらに基づいて車両挙動としてのヨーレートの目標値を設定し、一方で車両に発生するヨーレートの実際値を検出し、両者の偏差に応じて、ヨーレートの実際値を目標値に一致させるような力を得るために、制動用ホイールシリンダへの制動流体圧を制御する。例えば旋回時に車両がオーバステア傾向になったときには旋回外輪の制動用ホイールシリンダを増圧し、車両に発生しているヨーモーメントを抑制する。また、旋回時に車両がアンダステア傾向になったときには旋回内輪の制動用ホイールシリンダを増圧し、車両に発生しているヨーモーメントを助長する。つまり、このような車両挙動制御装置でヨーイング運動を含む横方向への車両挙動を制御するために、一般的には各車輪の制動用ホイールシリンダの流体圧を制御して、車両に発生するヨーモーメントを調整している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような車両挙動制御装置では、目標とする車両挙動の目標値と実際値との偏差が、或る閾値を越えたら制御を行うようにするのが一般的である。例えば、車両挙動の対象がヨーレートである場合、目標ヨーレートと検出されたヨーレートとの偏差が、例えば予め設定されたアンダステア方向の閾値又はオーバステア方向の閾値より大きくなったら、検出されるヨーレートが目標ヨーレートに一致するように、例えば制動用ホイールシリンダへの流体圧の制御を開始する。これは、常時、車両挙動制御が行われると、運転者による入力と車両挙動とが一致せず、違和感が生じるためである。

【0004】しかしながら、この閾値によって、車両挙動を適正に制御できない場合がある。例えばスタッドレスタイヤを装着した車両で圧雪路を走行しているとき、例えば旋回半径が次第に小さくなるカーブを旋回しようとする、原則的に圧雪路は路面摩擦係数状態（以下、単に $\mu$ とも記す）が低いので、前輪のコーナリングフォースが低く、車両は弱いアンダステア傾向になる。運転者は、路面のカーブに合わせて次第にステアリングホイールを切り増しするものの、車両は弱アンダステア傾向のままで旋回し続ける。従って、検出されるヨーレートと目標ヨーレートとの偏差は閾値を越えず、アンダステア抑制制御は行われない。ところが、そのままステアリングホイールの切り増しを続け、或る程度まで前輪が転舵すると、車両走行方向に対する前輪の角度、即ち横滑り角が大きくなる。すると、スタッドレスタイヤを装着した前輪によって押しどかされた雪が壁となって当該前輪に擬似的なコーナリングフォースが生じ、それが所謂エッジ効果となって、後輪が横滑りしてしまう、所謂リバースステアが生じる。勿論、このリバースステアで目標ヨーレートと検出されるヨーレートとの偏差がオーバステア方向の閾値を越えればオーバステア抑制制御が開始されるが、凡そその場合、その時点から制御を開始しても後輪の横滑りを有効に抑制することはできない。これは、路面の圧雪が促進されてきたこと、並びにスタッドレスタイヤの性能向上によるものが大きい、何れにしても従来の車両挙動制御装置では、このような状況に十分に対応できないという問題がある。

【0005】本発明はこれらの諸問題に鑑みて開発されたものであり、アンダステア傾向が強まらない状況で、ステアリングホイールを切り増し続けるような場合に、リバースステアの発生を抑制することができる車両挙動制御装置を提供することを目的とするものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】前記の目的のために、本発明のうち請求項1に係る車両挙動制御装置は、少なくとも操舵輪の舵角を含む車両の物理量を検出する物理量検出手段と、車両に発生するヨーレートを検出するヨーレート検出手段と、少なくとも前記物理量検出手段で検

10

20

30

40

50

出される舵角を用いて目標ヨーレートを設定し、少なくともこの目標ヨーレートと前記ヨーレート検出手段で検出されるヨーレートとの偏差に応じて車両の横方向への挙動を制御する制御手段とを備えた車両挙動制御装置において、ステアリングホイールを少しずつ切り増し且つアンダステア傾向が強まらない状況で、アンダステア傾向を助長する制御を行うアンダステア助長制御手段を備えたことを特徴とするものである。

【0007】また、本発明のうち請求項2に係る車両挙動制御装置は、前記請求項1の発明において、前記アンダステア助長制御手段は、路面の摩擦係数状態が低いときに、アンダステア傾向が強まらない状況であると判断する低路面摩擦係数状態検出手段を備えたことを特徴とするものである。また、本発明のうち請求項3に係る車両挙動制御装置は、前記請求項1又は2の発明において、前記制御手段は、前記目標ヨーレートと検出されるヨーレートとの偏差が予め設定された閾値以上であるときに前記車両の横方向への挙動制御を開始するものであることを特徴とするものである。

【0008】

【発明の効果】而して、本発明のうち請求項1に係る車両挙動制御装置によれば、スタッドレスタイヤを装着して圧雪路を走行しているような場合に、ステアリングホイールを少しずつ切り増し且つアンダステア傾向が強まらない状況で、アンダステア傾向が助長され、その結果、制御手段が、目標ヨーレートと検出されるヨーレートとの偏差に応じて車両の横方向への挙動を制御するので、車両はその制御力によってアンダステア傾向を解消するように挙動し、運転者は前輪を転舵しすぎないから、前輪のエッジ効果によるリバースステアを抑制することができる。

【0009】また、本発明のうち請求項2に係る車両挙動制御装置によれば、路面の摩擦係数状態が低いときに、アンダステア傾向が強まらない状況であると判断する構成としたため、圧雪路のような低摩擦係数状態路では、ステアリングホイールを切り増すだけでアンダステア助長制御が行われ、より確実にリバースステアを抑制することができる。

【0010】また、本発明のうち請求項3に係る車両挙動制御装置によれば、ヨーレート偏差が閾値以上となったときに車両の横方向への挙動制御を開始するものであっても、アンダステア助長制御によって目標ヨーレートと検出されるヨーレートとの偏差が閾値を越えると車両の横方向への挙動制御が開始されるので、リバースステアを確実に抑制することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の車両挙動制御装置の一実施形態を添付図面に基づいて説明する。図1は、本実施形態の車両挙動制御装置としての制動流体圧制御装置の概要を示す制動流体圧・電気系統図である。図中

の符号1FL, 1RRは夫々前左輪、後右輪を示し、1FR, 1RLは夫々前右輪、後左輪を示している。そして、夫々の車輪1FL~1RRには、制動用シリンダとしての該当するホイールシリンダ2FL~2RRが取付けられている。なお、各ホイールシリンダ2FL~2RRは、ディスクロータにパッドを押付けて制動する、所謂ディスクブレーキである。

【0012】マスタシリンダ5は、ブレーキペダル4の踏込みに応じて2系統のマスタシリンダ圧を発生する。そして、各ホイールシリンダ2FL~2RRとの接続構造は、マスタシリンダ5の一方の系統に前左ホイールシリンダ2FLと後右ホイールシリンダ2RRを接続し、他方の系統に前右ホイールシリンダ2FRと後左ホイールシリンダ2RLとを接続する、前記ダイアゴナルスプリット配管とかX配管と呼ばれる配管構造である。そして、マスタシリンダ5の各マスタシリンダ圧の系統毎に、当該マスタシリンダ5とホイールシリンダ2FL, 2RR又は2FR, 2RLとを断続するマスタシリンダ断続弁6A, 6Bを介装する。

【0013】また、マスタシリンダリザーバ5aの制動流体を加圧する増圧用ポンプ3を個別に設け、この増圧用ポンプ3の吐出圧を二つに分岐して、前記マスタシリンダ5からの二系統のマスタシリンダ圧に、前記マスタシリンダ断続弁6A, 6Bより下流側、つまり各ホイールシリンダ2FL~2RR側で合流させる。また、この各合流点と増圧用ポンプ3との間には、当該増圧用ポンプ3とホイールシリンダ2FL, 2RR又は2FR, 2RLとを断続する増圧用ポンプ断続弁7A, 7Bを介装する。

【0014】そして、マスタシリンダ5の一つの系統又は増圧用ポンプ3から分岐された一方の系統を制動流体圧力源の一つの系統と見なし、それに接続されているホイールシリンダ2FL, 2RR又は2FR, 2RLの夫々の上流側に該当する増圧制御弁8FL, 8RR又は8FR, 8RLを介装する。なお、これらの増圧制御弁8FL, 8RR又は8FR, 8RLには、夫々のバイパス流路に逆止弁9FL, 9RR又は9FR, 9RLを設けて、ブレーキペダルの踏込みを解除したときにホイールシリンダ2FL, 2RR又は2FR, 2RL内の制動流体が早急にマスタシリンダ5側に還元されるようにする。

【0015】また、前記制動流体圧力源の夫々の系統には個別の減圧用ポンプ11A, 11Bの吐出側を夫々接続し、それらの吸入側とホイールシリンダ2FL, 2RR又は2FR, 2RLとの間に減圧制御弁10FL, 10RR又は10FR, 10RLを介装する。なお、前記二つの減圧用ポンプ11A, 11Bは一つのポンプモータを兼用する。また、各減圧制御弁10FL, 10RR又は10FR, 10RLと減圧用ポンプ11A, 11Bとの間には干渉防止用のリザーバ18A, 18Bを接続す

る。

【0016】これらの各圧力制御弁は、後述するコントロールユニットからの駆動信号によって切換えられる二位置切換弁であり、それらはフェールセーフのために、例えばマスタシリンダ断続弁6A、6Bは常時開、増圧用ポンプ断続弁7A、7Bは常時閉、増圧制御弁8FL、8RR又は8FR、8RLは常時開、減圧制御弁10FL、10RR又は10FR、10RLは常時閉となっており、前記駆動信号によって各ソレノイド6

$A_{sol}$ 、 $6B_{sol}$ 、 $7A_{sol}$ 、 $7B_{sol}$ 、 $8FL_{sol}$ 、 $8RR_{sol}$ 、 $8FR_{sol}$ 、 $8RL_{sol}$ 、 $10FL_{sol}$ 、 $10RR_{sol}$ 、 $10FR_{sol}$ 、 $10RL_{sol}$ が励磁されると、逆の開閉状態に切換わる。また、前記増圧用ポンプ3や減圧用ポンプ11A、11Bもコントロールユニットからの駆動信号によって駆動制御される。

【0017】従って、この制動流体圧回路では、後述する車両挙動制御を行うために制動力を制御するにあたり、各ホイールシリンダ2FL~2RRの制動流体圧（以下、ホイールシリンダ圧とも記す）を増圧する場合には、例えば前記マスタシリンダ断続弁6A、6Bが閉、増圧用ポンプ断続弁7A、7Bが開の状態では増圧ポンプ3を駆動し、その創成圧を、前記各減圧制御弁10FL~10RRが開の状態では増圧制御弁8FL~8RRを開制御して、各ホイールシリンダ2FL~2RRに供給する。

【0018】また、前記各ホイールシリンダ2FL~2RRのホイールシリンダ圧増圧後に、各ホイールシリンダ圧を減圧する場合には、例えば前記マスタシリンダ断続弁6A、6Bが開、増圧用ポンプ断続弁7A、7Bが閉の状態では、減圧用ポンプ11A、11Bを駆動すると共に、各増圧制御弁8FL~8RRが開の状態では減圧制御弁10FL~10RRを開制御して、各ホイールシリンダ2FL~2RR内の制動流体を排出する。

【0019】なお、各増圧制御弁8FL~8RRや減圧制御弁10FL~10RRの開制御については後段に説明する。また、前記ブレーキペダル4への反力を軽減するために、ブレーキペダル4の踏み込み時には前記マスタシリンダ断続弁6A、6Bを開状態としてもよい。一方、前記各車輪1FL~1RRには、図1に示すように、当該車輪の回転速度に相当する車輪速度（以下、車輪速とも記す）を検出するために、当該車輪速に応じた正弦波信号を出力する車輪速センサ12FL~12RRが取付けられている。

【0020】また、車両には、車両に発生する実ヨーレート $\psi'$ を検出するヨーレートセンサ13や、ステアリングホイールの操舵角から操舵輪の舵角 $\theta$ を検出する舵角センサ14や、車両に発生する横加速度及び前後加速度を検出する加速度センサ15や、前記2系統のマスタシリンダ圧 $P_{mc}$ を検出するマスタシリンダ圧力センサ16や、必要に応じてブレーキペダル4の踏込状態を検出

してブレーキ信号を出力するブレーキスイッチ4aなどが取付けられ、各センサやスイッチの検出信号は何れも後述するコントロールユニット17に入力される。なお、前記ヨーレートセンサ13からの実ヨーレート $\psi'$ や舵角センサ14からの舵角 $\theta$ には、例えば正負等の方向性があるが、両者の間には、例えばステアリングホイールを右切りしたときの舵角と、そのときに発生する右周りのヨーレートとの方向性が整合するように設定してある。ここでは、ステアリングホイール左切りで舵角 $\theta$ 及び実ヨーレート $\psi'$ は正值、右切りで負値とする。また、前記ブレーキスイッチからのブレーキ信号は、例えばブレーキペダルが踏込まれているときにON状態を示す論理値“1”、踏込まれていないときにOFF状態を示す論理値“0”のデジタル信号でもある。

【0021】コントロールユニット17は、前述の各センサやスイッチ類からの検出信号を入力して、前記各切換弁への制御信号を出力するマイクロコンピュータと、このマイクロコンピュータから出力される制御信号を前述したような電磁切換弁などからなる各制御弁ソレノイドへの駆動信号に変換する駆動回路とを備えている。そして、前記マイクロコンピュータは、A/D変換機能等を有する入力インタフェース回路や、D/A変換機能等を有する出力インタフェース回路や、マイクロプロセッサユニットMPU等からなる演算処理装置や、ROM、RAM等からなる記憶装置を備えている。なお、前記マイクロコンピュータは、その動作周波数が大変に高いことから、当該マイクロコンピュータからパルス幅変調されたデジタルデータの基準矩形波制御信号を出力するようにし、各駆動回路は単にそれを各アクチュエータ作動に適した駆動信号に変換、増幅するだけのものとして構成されている。また、前記マイクロコンピュータでは、前述のような各種の制御に必要な主要な制御信号の創成出力のみならず、例えば車両挙動制御での減圧制御に必要な前記減圧用ポンプの駆動制御信号や、アクチュエータそのものへの電源供給を司るアクチュエータリレーのスイッチ素子への制御信号なども平行して創成出力していることは言うまでもない。

【0022】次に、車両のヨーイング運動量を制御するために、前記コントロールユニット17内のマイクロコンピュータで実行される制動流体圧制御の演算処理について、添付図面中の各フローチャートに基づいて説明する。なお、この演算処理では特に通信のためのステップを設けていないが、前記マイクロコンピュータ内の記憶装置のROMに記憶されているプログラムやマップ或いはRAMに記憶されている各種のデータ等は常時演算処理装置のバッファ等に伝送され、また演算処理装置で算出された各算出結果も随時記憶装置に記憶される。

【0023】まず、図2には、制動力制御の全体的な流れ、所謂ゼネラルフローを示す。この演算処理は、例えば10msec.といった所定制御時間 $\Delta T$ 毎にタイマ割込

として実行され、まずステップS1で、前記車輪速センサ12FL~12RRからの正弦波信号に基づいて、同ステップ内で行われる個別の演算処理により、各車輪速 $V_{wi}$  ( $i=FL, FR, RL, RR$ )を算出する。より具体的には、前記各車輪速センサ12FL~12RRが、例えば本出願人が先に提案した特開平7-329759号公報に記載されるようなものである場合に、予め前記各車輪速センサ3FL~3Rからの正弦波信号を矩形波信号に波形整形しておき、この矩形波信号の $L_o/H_i$ を短いサンプリング周期で読込んで当該矩形波信号のパルス幅を求め、そのパルス幅から車輪速 $V_{wi}$ を算出する。即ち、車輪速 $V_{wi}$ が大きくなれば前記波形整形された矩形波信号のパルス幅は短くなり、車輪速 $V_{wi}$ が小さくなればパルス幅は長くなる。この矩形波信号のパルス幅は、前述のようなセンサの所定の長さの歯が通過する所要時間と等価であるから、各車輪の回転角速度に反比例することになり、従ってこの矩形波信号のパルス幅が得られれば、各車輪の回転角速度が求められ、この回転角速度にタイヤ転がり動半径を乗じて各車輪速 $V_{wi}$ が算

$$\beta_{\omega} = Y_c - V_i \cdot \psi'$$

次にステップS5に移行して、例えば位相が適切に設定されたローパスフィルタ処理等の演算処理により、前記車両の横滑り加速度 $\beta_{\omega}$ を時間積分して横滑り速度 $\beta_s$ を算出する。

【0026】次にステップS6に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理により、前記車両の横滑り速度 $\beta_s$ と推定車体速度 $V_i$ との比 $\beta_s/V_i$ から車両の横滑り角 $\beta$ を算出する。次にステップS7に移行して、例えば本出願人が先に提案した特開平5-24528号公報に記載される車両モデルを用いた演算処理により目標ヨーレート $\psi^*$ を算出する。なお、目標ヨーレート $\psi^*$ とは、各車輪において予め設定されたコーナリングフォースが得られ、その結果車両がニュートラルステア状態で旋回しているときに達成されるヨーレートである。この目標ヨーレート $\psi^*$ の算出にあたっては、操舵角をステアリングギヤ比で除したものが舵角 $\theta$ であるとして用いられればよい。また、推定車体速度 $V_i$ と舵角 $\theta$ とのマップから得るようにしてもよい。

【0027】次にステップS8に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理により、例えば前記目標ヨーレート $\psi^*$ と実ヨーレート $\psi'$ との偏差、即ち目標ヨーレート偏差 $\Delta\psi'$ 等から車両挙動状態値Xを算出する。この車両挙動状態値Xとは、例えば目標ヨーレート偏差 $\Delta\psi'$ を用いて、実ヨーレート $\psi'$ が目標ヨーレート $\psi^*$ より大幅に大きく且つ前記横滑り角 $\beta$ や横滑り速度 $\beta_s$ が小さい強オーバステア状態であるとか、或いは実ヨーレート $\psi'$ が目標ヨーレート $\psi^*$ より大幅に小さく且つ横滑り角 $\beta$ や横滑り速度 $\beta_s$ が大きい強アンダステア状態であるといった車両挙動を評価するための値である。

出される。勿論、所定時間内に幾つのパルスがカウントされるかによって車輪回転角速度を求める従来の手法でも同様に車輪速 $V_{wi}$ を算出可能である。

【0024】次にステップS2に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理により、前記各センサからの検出信号を読込む。次にステップS3に移行して、例えば本出願人が先に提案した特開平8-150920号公報に記載されるような、同ステップ内で行われる個別の演算処理により推定車体速度 $V_i$ を算出する。なお、この公報に記載される演算処理は、前後加速度を用いずに推定車体速度 $V_i$ を算出するものであるが、本実施形態では前記加速度センサ15で前後加速度を検出しているの、その値を用いて補正を行ってもよい。

【0025】次にステップS4に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理により、例えば前記加速度センサ15からの横加速度 $Y_c$ 、及び前記推定車体速度 $V_i$ 、及びヨーレートセンサ13からの実ヨーレート $\psi'$ から、下記1式に従って車両の横滑り加速度 $\beta_{\omega}$ を算出する。

$$\beta_{\omega} = Y_c - V_i \cdot \psi' \quad (1)$$

【0028】次にステップS9に移行して、前記ステップS8で得た車両挙動状態値Xに従って、同ステップ内で行われる個別の演算処理により、各車輪1FL~1RRのホイールシリンダ2FL~2RRの目標ホイールシリンダ圧 $P_i^*$ を算出する。この目標ホイールシリンダ圧 $P_i^*$ は、例えば前記実ヨーレート $\psi'$ を目標ヨーレート $\psi^*$ に一致させるとか、横滑り角 $\beta$ や横滑り速度 $\beta_s$ を所定の目標値にするために必要な前後左右輪間の制動力差を発生させるためのものであり、例えば前記目標ヨーレート偏差 $\Delta\psi'$ や横滑り角偏差或いは横滑り速度偏差に制御ゲインを付加した線形和から制動力差を求め、これを制動流体圧差に置換して各ホイールシリンダ圧 $P_i^*$ で表すようにすればよい。

【0029】次にステップS10に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理により、車両挙動制御条件を満足しているか否かを判定し、車両挙動条件を満足している場合にはステップS11に移行し、そうでない場合にはメインプログラムに復帰する。この車両挙動制御条件とは、例えば前記目標ヨーレート偏差 $\Delta\psi'$ が予め設定された所定値を上回っているとか、或いは横滑り角 $\beta$ や横滑り速度 $\beta_s$ が目標値に対して大き過ぎるとか小さ過ぎるといった評価で行うことができる。この場合は、前記目標ヨーレート偏差 $\Delta\psi'$ が、夫々旋回方向に応じて設定されたオーバステア閾値を越えているか、或いはアンダステア閾値を越えているかによって、旋回方向とステア状態とに応じたヨーレート制御を行うかどうかを判定する。

【0030】前記ステップS11では、同ステップ内で行われる個別の演算処理により、現在の推定ホイールシリンダ圧 $P_i$ を算出してからステップS13に移行す

る。具体的に、このステップS11では、既に車両挙動制御のためにホイールシリンダ圧の制御が開始されており、その制御量、即ちホイールシリンダ増減圧量は後述のようにマイクロコンピュータ内で把握されているので、例えば車両挙動制御が開始されたときのマスタシリンダ圧を初期値として、それに前回制御時間のホイールシリンダ増減圧量を累積して追跡すればよい。

【0031】前記ステップS13では、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、目標ホイールシリンダ圧 $P^*$ を元に達成ホイールシリンダ圧 $P'$ を算出してからステップS14に移行する。この達成ホイールシリンダ圧 $P'$ は、例えば車両挙動制御が開始された後のヨーレートの収束状態に応じて設定されるものであり、例えば制御が開始されているのにヨーレートが収束する気配のないときには、例えば旋回内輪のホイールシリンダ圧が小さくなるようにすることで、ヨーレートを収束方向に導くためのものである。

【0032】前記ステップS14では、同ステップ内で行われる個別の演算処理により、前記達成ホイールシリンダ増減圧量 $\Delta P'$ に応じて、各車輪毎に前記増圧制御弁8FL~8RR又は減圧制御弁10FL~10RRに対するソレノイド励磁駆動パルスデューティ比を算出してからステップS15に移行する。具体的には、各車輪毎に前記増圧制御弁8FL~8RR又は減圧制御弁10FL~10RRの何れかを開閉制御するために、各ソレノイド8FL<sub>sol</sub>~8RR<sub>sol</sub>又は10FL<sub>sol</sub>~10RR<sub>sol</sub>の何れをどの位の時間割合で励磁するか(又は非励磁状態とするか)といったソレノイド励磁駆動パルスデューティ比を算出する。つまり、今回の制御タイミングで前記達成ホイールシリンダ増減圧量 $\Delta P'$ が得られるように、各車輪毎に前記増圧制御弁8FL~8RR又は減圧制御弁10FL~10RRの何れかを開時間制御するための時間割合を駆動パルスのデューティ比として算出する。

【0033】前記ステップS15では、同ステップ内で行われる個別の演算処理により、前記デューティ比に応じたソレノイド励磁駆動パルス制御信号を創成出力してからメインプログラムに復帰する。なお、このデューティ比に応じた駆動パルス信号の創成は、従来既存のPWM(Pulse Width Modulation)制御と同様であるから詳細な説明は省略する。

【0034】この演算処理によれば、左旋回時にあってアンダステア(図ではU・S)抑制制御を行う場合には、図3aに示すように、主として後左輪に制動力を与えて平面視反時計周りのヨーモーメントを助長する。また、左旋回時にあってオーバステア(図、表ではO・S)抑制制御を行う場合には、図3bに示すように、主として前右輪に制動力を与えて平面視反時計周りのヨーモーメントを抑制する。また、同様に、右旋回時にあってオーバステア抑制制御を行う場合には、主として前左

輪に制動力を与える。また、右旋回時にあってアンダステア抑制制御を行う場合には、主として後右輪に制動力を与える。

【0035】次に、前記図2の演算処理と平行して行われる、個別の図4の演算処理について説明する。この図4の演算処理は、前記図2の演算処理と同じ制御周期で、それとずらしてタイマ割込処理される。この演算処理では、まずステップS21において、前記加速度センサ15で検出された前後加速度X。及び横加速度Y。を読込む。

【0036】次にステップS22に移行して、前記舵角センサ14で検出された舵角 $\theta$ を読込む。次にステップS23に移行して、前記前後加速度X。及び横加速度Y。の二乗和の平方根から路面 $\mu$ を算出する。次にステップS24に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理により、前記図2の演算処理による車両挙動制御、つまりヨーレート制御が行われていないかどうかを判定し、車両挙動が制御されていない場合はステップS25に移行し、そうでない場合はステップS26に移行する。

【0037】前記ステップS25では、前記ステップS23で算出された路面 $\mu$ が予め設定された低 $\mu$ 路閾値 $\mu_{lo}$ より小さいか否かを判定し、当該路面 $\mu$ が低 $\mu$ 路閾値 $\mu_{lo}$ より小さい場合にはステップS27に移行し、そうでない場合には前記ステップS26に移行する。前記ステップS27では、前記ステップS22で読込んだ舵角の今回値 $\theta_{(n)}$ から前回値 $\theta_{(n-1)}$ を減じた値の絶対値、つまり舵角変化量の絶対値 $|\theta_{(n)} - \theta_{(n-1)}|$ が下側切り増し操舵閾値 $\theta_l$ より大きく且つ上側切り増し操舵閾値 $\theta_u$ より小さいか否かを判定し、そうである場合にはステップS28に移行し、そうでない場合には前記ステップS26に移行する。前記下側切り増し操舵閾値 $\theta_l$ は比較的小さな正值、上側切り増し操舵閾値 $\theta_u$ は、前記下側切り増し操舵閾値 $\theta_l$ より大きいものの、値としては比較的小さな閾値である。つまり、このステップS27は、前回の制御時刻から、ステアリングホイールを少しずつ切り増しているかどうかを判定している。

【0038】前記ステップS28では、アンダステア助長制御タイマ $T_{us}$ をインクリメントしてからステップS29に移行する。前記ステップS29では、前記アンダステア助長制御タイマ $T_{us}$ が予め設定したカウントアップ値 $T_{us0}$ 以上であるか否かを判定し、当該アンダステア助長制御タイマ $T_{us}$ がカウントアップ値 $T_{us0}$ 以上である場合にはステップS30に移行し、そうでない場合には前記ステップS26に移行する。

【0039】前記ステップS30では、同ステップ内で行われる個別の演算処理により、例えば前旋回外輪の制動用ホイールシリンダに対して、その流体圧を所定時間緩増圧した後、圧力を保持するなどして、アンダステア

助長制御を行ってからメインプログラムに復帰する。即ち、前述したような実ヨーレートと目標ヨーレートとの偏差がどのようになっているか否かに係わらず、前旋回外輪に制動力を付与することにより、車両に発生しているヨーモーメントを抑制して意図的にアンダステア状態を助長する。

【0040】一方、前記ステップS26では、前記ステップS30で行うようなアンダステア助長制御を解除してからメインプログラムに復帰する。次に、本実施形態の車両挙動制御装置の作用について説明する。例えば、図6、図7は、前記図4の演算処理のない、一般的なヨーレート制御の例である。ここでは、スタッドレスタイヤを装着した車両が安定した圧雪路を走行しており、路面は直線路から、次第に旋回半径が小さくなるカーブにさしかかっている。図中の①は、直線路の終わりを示しており、ここから運転者は次第にステアリングホイールを左切りし、蛇角 $\theta$ は次第に正值の領域で大きくなる。これに少し遅れて目標ヨーレート $\psi^*$ が次第に増加設定されるが、運転者は路面が圧雪路であること、つまり低 $\mu$ 路であることを認識しているので、舵角 $\theta$ の増加率は小さく、従って目標ヨーレート $\psi^*$ も少しずつ大きくなり、従って、車両に実際に発生する実ヨーレート $\psi'$ も少しずつ大きくなり、従って、車両は図中に②で示すように、弱いアンダステア状態のまま、旋回に入る。このときの目標ヨーレート偏差 $\Delta\psi^*$ は、弱いアンダステア状態を示す負値であるが、数値そのものがアンダステア抑制制御閾値より大きいので、前述した図2の演算処理によってアンダステア抑制制御が行われることはない。

【0041】その後も、運転者は路面の旋回半径に合わせて、また車両の弱アンダステア状態に合わせてステアリングホイールを少しずつ左切り増しし、それに伴って目標ヨーレート $\psi^*$ も実ヨーレート $\psi'$ も少しずつ大きくなり、車両は弱アンダステア状態のまま、旋回を継続する。例えば、図中に③で示す状態では、前輪の横滑り角は既に相当に大きい状態になっているが、車両は弱アンダステア状態のままに旋回を続け、しかも目標ヨーレート偏差 $\Delta\psi^*$ は未だアンダステア抑制制御閾値より大きいので、前述した図2の演算処理によるアンダステア抑制制御は開始されない。

【0042】しかしながら、前述のように前輪の横滑り角が大きくなると、前輪のエッジ効果、例えばスタッドレスタイヤが押しどかした雪の壁が生み出す側方からの擬似的なコーナリングフォースのような作用によって、前輪だけが強い旋回力を生み出し、逆に後輪は慣性で側方に滑り出す、所謂リバースステアの状態になる。このとき、車両には、それまでと同じ方向に、大きなヨーレートが発生するから、例えば図中の時刻 $t_{10}$ で実ヨーレート $\psi'$ が目標ヨーレート $\psi^*$ を上回り、目標ヨーレート偏差 $\Delta\psi^*$ が正值に転じ、更に時刻 $t_{11}$ で目標ヨー

ート偏差 $\Delta\psi^*$ が正值のオーバステア抑制制御閾値を越えると前記図2の演算処理によるオーバステア抑制制御が開始されるが、図中に④で示すように、この時点からオーバステア抑制制御が開始されても、凡そ一般的にはリバースステアに伴う車両挙動を抑制したり回避したりすることはできない。

【0043】一方、前記図4の演算処理によれば、前記と同様に、圧雪路等の低 $\mu$ 路で次第に旋回半径が小さくなるカーブを曲がるときには、ステップS25で低 $\mu$ と判定され、且つステップS27からステップS29を経て、比較的小さな切り増し操舵角が所定時間 $T_{1s}$ 継続すると、低 $\mu$ 旋回であると判定され、その結果、アンダステア助長制御が開始される。従って、例えば図5に示すように、時刻 $t_{01}$ からアンダステア助長制御が開始されると、目標ヨーレート $\psi^*$ と実ヨーレート $\psi'$ との相関に関係なく、実ヨーレート $\psi'$ が次第に小さくなり、その結果、目標ヨーレート偏差 $\Delta\psi^*$ が負値の領域で次第に小さくなり、時刻 $t_{02}$ で目標ヨーレート偏差 $\Delta\psi^*$ がアンダステア抑制制御閾値を下回る。これにより、それ以後は、前記図2の演算処理によってアンダステア抑制制御が開始される。前述のようにアンダステア抑制制御は、例えば主として後旋回内輪に制動力を付与してヨーモーメントを助長するものであるから、車両のアンダステア傾向は次第に抑制され、つまりこれ以後は実ヨーレート $\psi'$ が次第に大きくなり、時刻 $t_{03}$ で目標ヨーレート偏差 $\Delta\psi^*$ がアンダステア抑制制御閾値を上回って、前記図2の演算処理によるアンダステア抑制制御は終了する。そして、この間、車両は制動力により次第に回頭性を増すので、結果的に前輪の横滑り角は不要に大きくなることなく、リバースステアが抑制回避される。

【0044】以上より、前記図1に示す車輪速センサ12FL～12RR、舵角センサ14、加速度センサ15、圧力センサ16及び図2の演算処理のステップS1、ステップS2が物理量検出手段を構成し、以下同様に、前記図1に示すヨーレートセンサ13及び図2の演算処理のステップS2がヨーレート検出手段を構成し、図2の演算処理全体が制御手段を構成し、図4の演算処理全体がアンダステア助長制御手段を構成し、図4の演算処理のステップS23、ステップS25が低路面摩擦係数状態検出手段を構成している。

【0045】なお、前期実施形態では、前後加速度及び横加速度を用いて路面 $\mu$ を算出し、その路面 $\mu$ の大きさを低 $\mu$ 路であるか否かを判定しているが、これに代えて、例えば横加速度が所定値以上で且つ所定値以下であるとか、或いは左右の駆動輪速の差が所定値以上で且つ所定以下であるとか、或いは制御なしでの実ヨーレートと目標ヨーレートとの差が所定値以上である場合に、低 $\mu$ 路であると判定するようにすることも可能である。また、アンダステア助長制御には、例えば差動制限トルク



の増加等を用いてもよい。

【0046】また、前記実施形態はコントロールユニットとしてマイクロコンピュータを適用した場合について説明したが、これに代えてカウンタ、比較器等の電子回路を組み合わせて構成することもできる。また、上記実施形態では制御車両挙動としてヨーレートを代表して用いたが、その他の車両挙動を同時に制御するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す系統図である。

【図2】図1のコントロールユニット内で実行される演算処理の一例を示すフローチャートである。

【図3】図2の演算処理で行われる車両挙動制御の説明図である。

【図4】図1のコントロールユニット内で実行されるアンダステア助長制御のための演算処理の一実施形態を示すフローチャートである。

【図5】図4の演算処理による作用の説明図である。

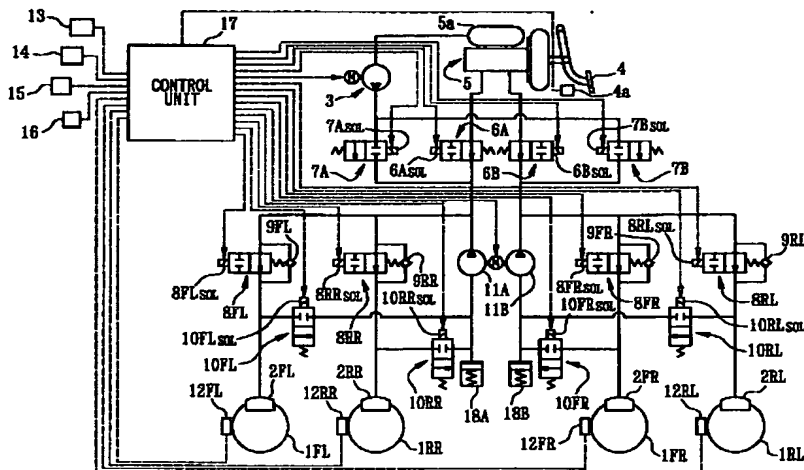
【図6】一般的なヨーレート追従制御の作用の説明図である。

【図7】一般的なヨーレート追従制御の車両挙動の説明図である。

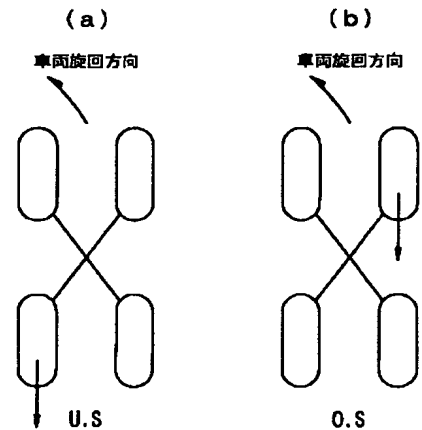
【符号の説明】

- 1 FL～1 RRは車輪
- 2 FL～2 RRはホイールシリンダ
- 3は増圧用ポンプ
- 4はブレーキペダル
- 5はマスタシリンダ
- 6 A, 6 Bはマスタシリンダ断続弁
- 7 A, 7 Bは増圧用ポンプ断続弁
- 8 FL～8 RRは増圧制御弁
- 9 FL～9 RRは逆止弁
- 10 FL～10 RRは減圧制御弁
- 11 A, 11 Bは減圧用ポンプ
- 12 FL～12 RRは車輪速センサ
- 13はヨーレートセンサ
- 14は舵角センサ
- 15は加速度センサ
- 17はコントロールユニット
- 18 A, 18 Bはリザーバ

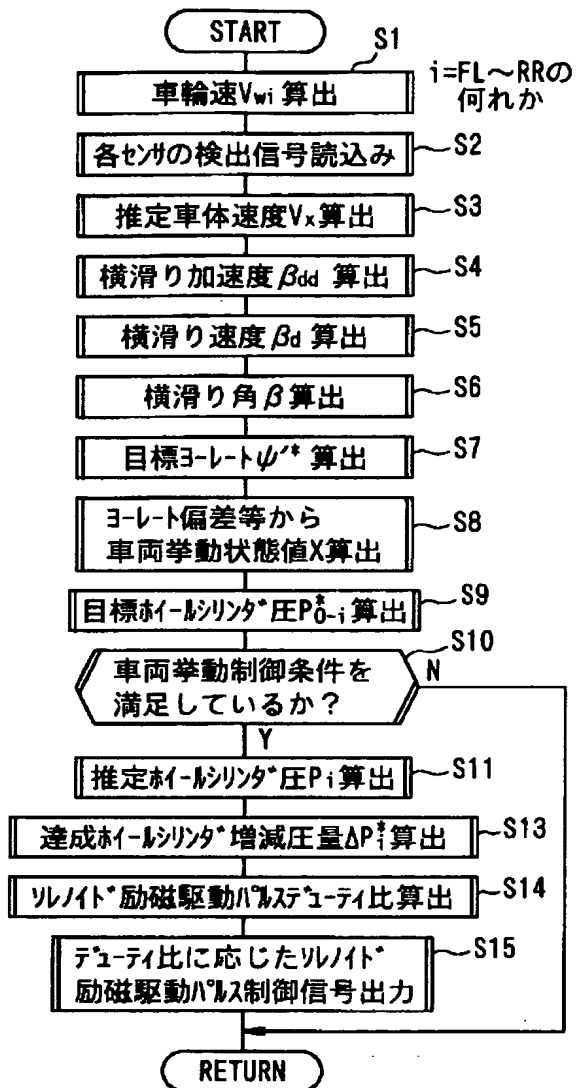
【図1】



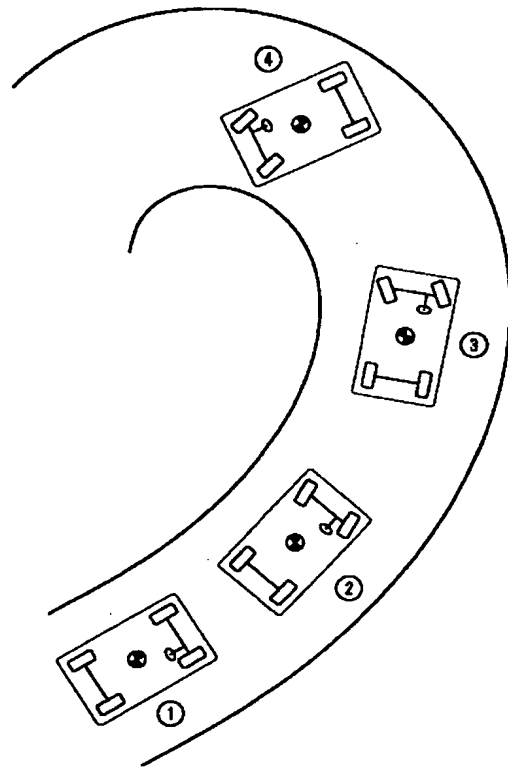
【図3】



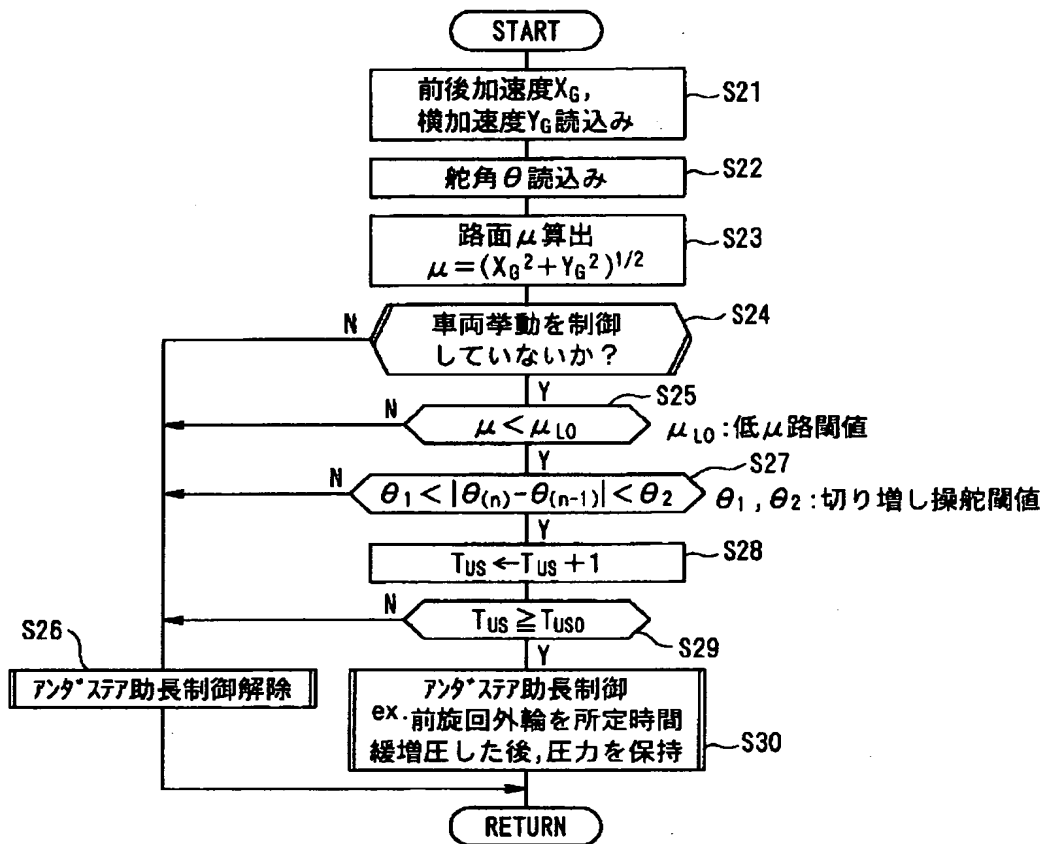
【図 2】



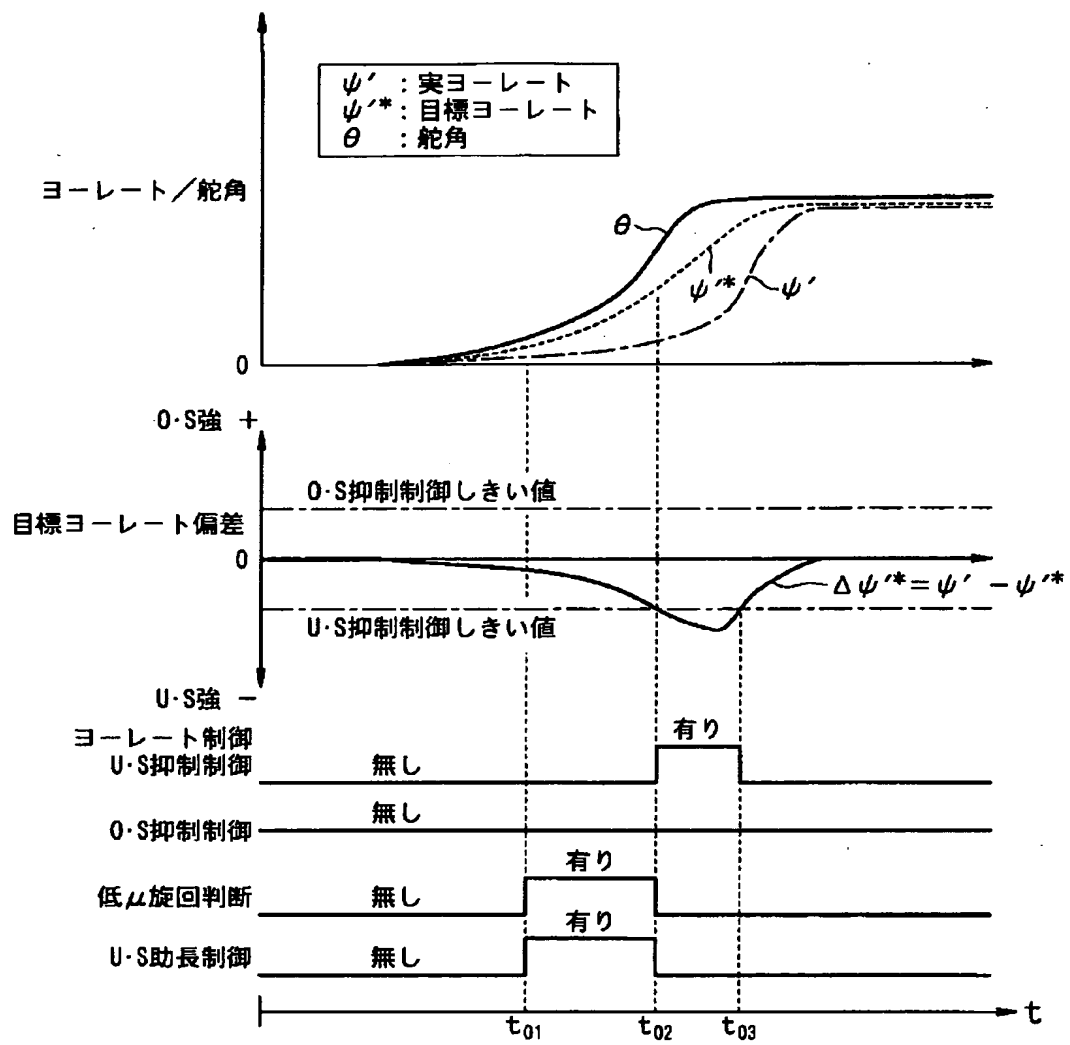
【図 7】



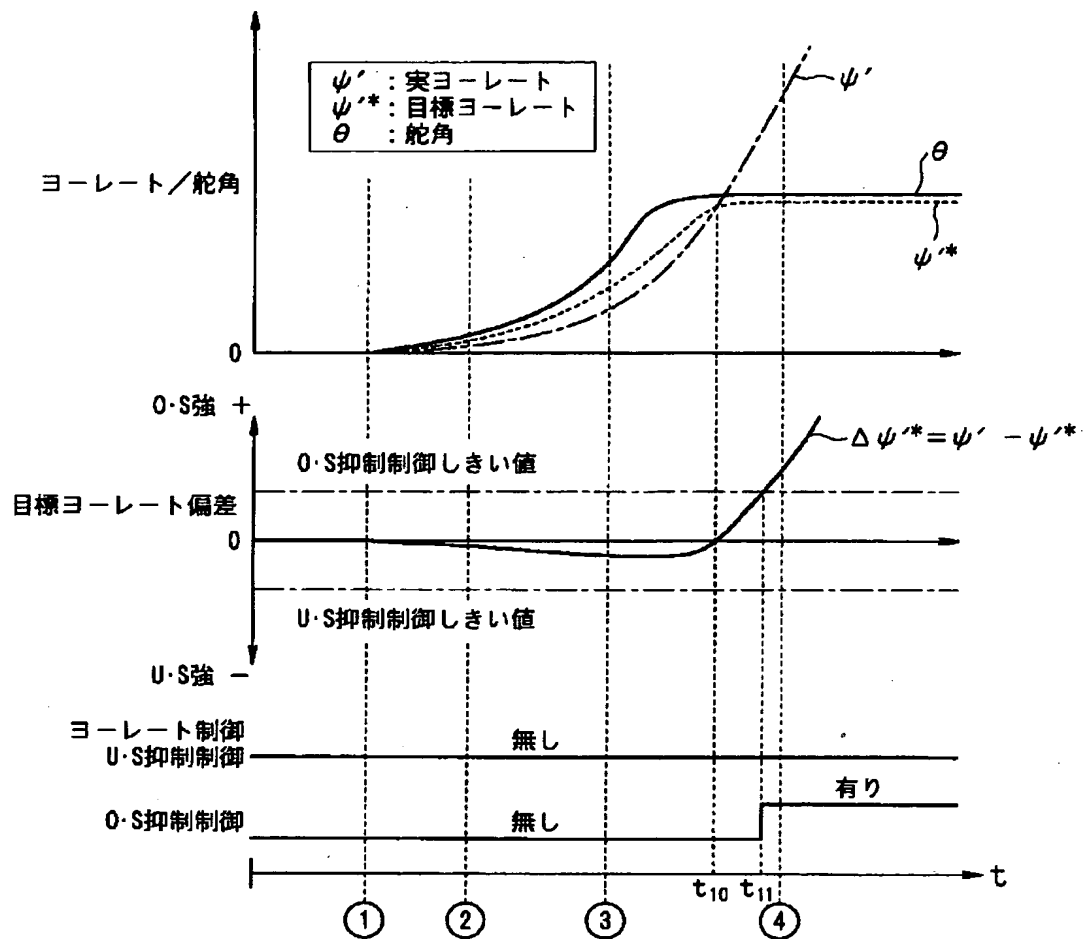
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3D043 AA03 EA43 EA44 EE06 EE07  
 EE08 EE12  
 3D045 BB40 GG00 GG01 GG25 GG26  
 GG27 GG28  
 3D046 BB21 BB23 BB32 HH02 HH08  
 HH16 HH21 HH23 HH25 HH26  
 HH36 JJ01 LL37